

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-160361  
(P2002-160361A)

(43)公開日 平成14年6月4日(2002.6.4)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード*(参考)
B 4 1 J	2/045	B 4 1 J	3/04
	2/055		1 0 3 A
	2/16		2 C 0 5 7
			1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2000-355595(P2000-355595)

(22)出願日 平成12年11月22日(2000.11.22)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 一色 海平

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74)代理人 230100631

弁護士 稲元 富保

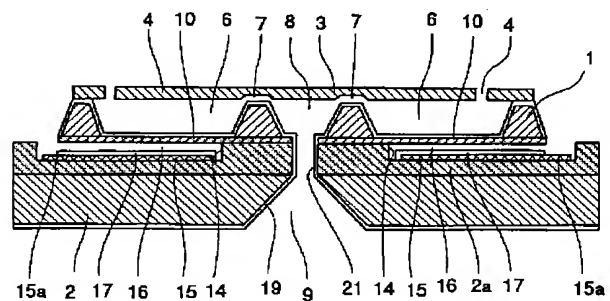
Fターム(参考) 2C057 AF70 AF93 AG14 AG54 AC55  
AC85 AP02 AP22 AP23 AP26  
AP28 AP34 AP38 AP52 AP55  
AP56 AP57 AP60 AQ01 AQ02  
AQ06 BA03 BA15

(54)【発明の名称】 液滴吐出ヘッド

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 インク滴を吐出するノズルと、ノズルが連通する吐出室と、吐出室の壁面を形成する振動板と、この振動板を変形させる駆動手段とを備えて、駆動手段を駆動することで吐出室内のインクを加圧してノズルからインク滴を吐出させるインクジェットヘッドにおいて、ヘッドの小型化および耐接液性の向上ができるインクジェットヘッドの提供。

【解決手段】 振動板10を設ける流路基板1と電極15を設けた電極基板2とを積層し、これらの流路基板1及び電極基板15を貫通するインク供給口9を形成し、インク供給口9壁面にシリコン酸化膜21を形成した。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する吐出室と、この吐出室の壁面の一部を形成する振動板と、この振動板を変形させる駆動手段とを備えた液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板を設ける第1基板と前記駆動手段を設ける第2基板とを積層し、これらの第1基板及び第2基板を貫通する流路を設けたことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記第1基板及び第2基板がシリコン基板からなり、これらの第1基板と第2基板は酸化膜を介して直接接合されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項3】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記第1基板がシリコン基板からなり、前記第2基板がガラス基板からなり、これらの第1基板と第2基板は陽極接合されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記流路の壁面の内の少なくとも前記第1基板と第2基板との接合界面に、金属膜、金属の窒化物の膜、金属の酸化物の膜、又はこれら少なくとも2以上の積層膜を形成したことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項5】 請求項1乃至3のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記流路の壁面の内の少なくとも前記第1基板と第2基板との接合界面に、樹脂層を形成したことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項6】 請求項1乃至3のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記流路の壁面の内の少なくとも前記第1基板と第2基板との接合界面に、シリコン酸化膜を形成したことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項7】 請求項6に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記シリコン酸化膜の厚さが500nmを越えないことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、吐出室の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する電極とを有し、振動板を静電力で変形変位させることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は液滴吐出ヘッドに関する。

**【0002】**

【従来の技術】 一般に、プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像記録装置（画像形成装置を含む。）に用いられるインクジェット記録装置におけるインクジェットヘッドとして、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する吐出室（インク流路、インク室、圧力室、加圧室、加圧液室などとも称される。）と、吐出室の壁面を形成する振動板と、この振動板を変

形させる駆動手段とを備えて、駆動手段を駆動することで吐出室内インクを加圧してノズルからインク滴を吐出させるものがある。

【0003】 従来の振動板を用いるインクジェットヘッドとしては、圧電素子を用いて吐出室の壁面を形成している振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させるピエゾ型のもの、吐出室の壁面を形成する振動板（又はこれと一体の電極）と電極を用いて静電力で振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させる静電型のものなどがある。

【0004】 ところで、インクジェットヘッドにおいては、高密度記録、高画質記録を行うために、ノズル及び液室を高密度に配置することが必要になる。そこで、例えばピエゾ型ヘッドとして、特開平11-198385号公報などに記載されているように、複数のノズルを千鳥状に複数列配置し、各ノズルに対応する液室も複数列配置して、各液室の両側に共通液室を配置する構成が知られている。

【0005】 また、静電型インクジェットヘッドとしては、例えば特開平6-71882号公報や特開平5-50601号公報に開示されているように、吐出室及び振動板を形成する第1基板にシリコン基板を用い、電極を設ける第2基板に珪酸ガラス（パイレックス（登録商標）ガラス）やシリコン基板を用いて、第1基板と第2基板を陽極接合や直接接合で接合したものが知られている。

【0006】 さらに、従来の静電型インクジェットヘッドとしては、例えば特開平10-291322号公報に開示されているように、振動板に用いているシリコン薄膜がインクによって穿孔しないようなシリコン熱酸化膜したもの、或いは特開平10-264383号公報に記載されているようにインク流路にニッケル酸化膜や、シリコン酸化膜を形成してインクに対する濡れ性を改善したものなどが知られている。

**【0007】**

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来のインクジェットヘッドのように、複数のノズルを千鳥状に複数列配置し、各ノズルに対応する液室も複数列配置して、各液室の両側に共通液室を配置する構成を採用した場合、ヘッドの幅が大型化するという課題がある。

【0008】 また、上述した従来のインクジェットヘッドのように第1基板と第2基板とを接合したヘッドにあっては、第1基板と第2基板との接合界面を貫通する流路を設けた場合、その接合面がインクに晒されることになる。

【0009】 ところが、現在のインクは染料系、顔料系に限らず、その発色性など特性の良さから、pH9～11程度のアルカリ性インクが多く、このようなアルカリ性の高いインクが使われている。一方、直接接合や、陽極接合を用いた接合界面はシリコンとシリコン酸化膜あるい

は、ガラスといった異種材料の接合となるために、インクに対する溶解性の違いから、その接合界面に微細な隙間ができ易い。そうすると、隙間腐食として知られているように、その隙間がより大きく溶出（腐食）して行き、ついには静電駆動に必要な電極部分のギャップにまでインクが流入してしまい、ヘッドとしての機能を果たさなくなるという課題が生じる。

【0010】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、ヘッドの小型化を図ること及びヘッドの小型化を図りつつ耐接液性を向上することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係る液滴吐出ヘッドは、振動板を設ける第1基板と駆動手段を設ける第2基板とを積層し、これらの第1基板及び第2基板を貫通する流路を設けたものである。

【0012】ここで、第1基板及び第2基板はシリコン基板から形成して、これらの第1基板と第2基板は酸化膜を介して直接接合することができる。また、第1基板はシリコン基板、第2基板はガラス基板で形成して、これらの第1基板と第2基板は陽極接合することができる。

【0013】また、流路の壁面の内の少なくとも第1基板と第2基板との接合界面に、金属膜、金属の窒化物の膜、金属の酸化物の膜、又はこれら少なくとも2以上の積層膜を形成することが好ましい。或いは、流路の壁面の内の少なくとも第1基板と第2基板との接合界面に、樹脂層を形成することが好ましい。若しくは、流路の壁面の内の少なくとも第1基板と第2基板との接合界面に、シリコン酸化膜を形成することが好ましい。この場合、シリコン酸化膜の厚さが500nmを越えないことが好ましい。

【0014】また、これらの各液滴吐出ヘッドは、吐出室の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する電極とを有し、振動板を静電力で変形変位させて液滴を吐出させる静電型ヘッドとすることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明の第1実施形態に係るインクジェットヘッドの分解斜視説明図、図2は同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図、図3は同ヘッドの振動板短手方向の要部拡大断面図である。

【0016】このインクジェットヘッドは、結晶面方位(110)の単結晶シリコン基板を用いた第1基板である流路基板1と、この流路基板1の下側に設けた結晶面方位(110)又は(100)の単結晶シリコン基板を用いた第2基板である電極基板2と、流路基板1の上側に設けた第3基板であるノズル板3とを備え、インク滴を吐出する複数のノズル4、各ノズル4が連通するインク流路である吐出室6、各吐出室6にインク供給路を兼

ねた流体抵抗部7を介して連通する共通液室8などを形成している。

【0017】流路基板1にはノズル4が連通する複数の吐出室6及びこの吐出室6の壁面である底部をなす振動板10（電極を兼ねている）を形成する凹部を形成している。この流路基板1は、例えば(110)面を有するシリコン基板に予め振動板厚さに高濃度P型不純物、例えば高濃度ボロンを注入してエッチングストップ層となる高濃度ボロン拡散層を形成し、電極基板2と直接接合した後、吐出室6となる凹部をKOH水溶液などのエッチング液を用いて異方性エッチングすることにより、このとき高濃度ボロン拡散層がエッチングストップ層となるので、これにより高精度に振動板10を形成したものである。

【0018】また、電極基板2にはp型或いはn型の単結晶シリコン基板を用いて、熱酸化法などで酸化層2aを形成し、この酸化層2aに凹部14を形成して、この凹部14底面に振動板10に対向する電極15を設け、振動板10と電極15との間にギャップ16を形成し、これらの振動板10と電極15とによってアクチュエータ部（駆動手段）を構成している。

【0019】電極15表面にはSiO<sub>2</sub>膜などの酸化膜系絶縁膜、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜などの窒化膜系絶縁膜からなる絶縁膜17を成膜している。なお、電極15表面に絶縁膜17を形成しないで、振動板10側に絶縁膜を形成することもできる。また、電極基板2の電極15としては、金、或いは、通常半導体素子の形成プロセスで一般的に用いられるAl、Cr、Ni等の金属材料や、Ti、TiN、W等の高融点金属、または不純物により低抵抗化した多結晶シリコン材料などを用いることができる。

【0020】そして、これらの流路基板1と電極基板2とはシリコン-シリコンの直接接合で接合している。これらの流路基板1と電極基板2には共通液室8に通じるインク供給口9となる貫通穴19を形成している。流路基板1と電極基板2のいずれもをシリコン基板で形成することにより異方性エッチングによる高精度の凹部を形成することができる。

【0021】ノズル板3には、多数のノズル4を二列形成するとともに、共通液室8と吐出室6を連通するための流体抵抗部7を形成する溝部を形成している。このノズル板4にはインク吐出面に撥水性皮膜を成膜している。また、ノズル板3は、ステンレス基板（SUS）、エレクトロフォーミング（電铸）工法によるニッケルメッキ膜、ポリイミド等の樹脂にエキシマレーザー加工をしたもの、金属プレートにプレス加工で穴加工をしたもの、金属層と樹脂層を積層したものなどを用いることができる。

【0022】このインクジェットヘッドは、ノズル4を二列配置し、この各ノズル4に対応して吐出室6、振動板10、電極15なども二列配置し、各ノズル列の中央

部（ヘッド中央部）に共通液室8を配置して、この共通液室8にインクを供給するインク供給口9となる貫通穴19を設けることで、共通液室8から左右の吐出室6にインクを振り分けて供給する構成を採用している。

【0023】これにより、各吐出室6へのインク供給を均等に配分することができ、各吐出室の駆動状態の緩衝をほとんど受けることなく、均一なインク滴吐出特性を確保することができ、簡単なヘッド構成で多数のノズル4を有するマルチノズルヘッドを構成することができ、小型化、低コスト化を図れる。また、インク供給口を広く確保することができて流入抵抗のバラツキが低減し、吐出特性が安定する。

【0024】そして、電極15は外部に延設して接続部（電極パッド部）15aとし、これにヘッド駆動回路であるドライバICをワイヤボンドによって搭載したFPCケーブルを異方性導電膜などを介して接続している。

【0025】このように構成したインクジェットヘッドにおいては、振動板10を共通電極とし電極15を個別電極として、振動板10と電極15との間に駆動波形を印加することにより、振動板10と電極15との間に静電力（静電吸引力）が発生して、振動板10が電極15側に変形変位する。これにより、吐出室6の内容積が拡張されて内圧が下がるため、流体抵抗部7を介して共通液室8から吐出室6にインクが充填される。

【0026】次いで、電極15への電圧印加を断つと、静電力が作用しなくなり、振動板10はそれ自身のもつ弾性によって復元する。この動作に伴い吐出室6の内圧が上昇し、ノズル4からインク滴が吐出される。再び電極に電圧を印加すると、再び静電吸引力によって振動板は電極側に引き込まれ、次のインク滴吐出工程へ移行する。

【0027】次に、本発明の第2実施形態に係るインクジェットヘッドについて図4を参照して説明する。なお、同図は同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図である。この実施形態は、共通液室8へのインク供給口9となっている流路基板1と電極基板2との接合界面を含む貫通穴19の壁面及び振動板10の吐出室側面などのインクに接する面に熱酸化法でシリコン酸化膜31を形成したものである。

【0028】この場合、シリコン酸化膜31の膜厚は500nmを越えないことが好ましい。すなわち、貫通穴19の壁面にシリコン酸化膜31を形成する場合、振動板10の吐出室側の面にもシリコン酸化膜31が形成されると、振動板10に耐インク性を持たせることができるものの、他方シリコン酸化膜31の応力で振動板10が変形するおそれがある。振動板10の厚さを2μm以下にした場合、実験によると、シリコン酸化膜31の膜厚が500nmを越えると、振動特性に影響が生じることを確認した。そこで、シリコン酸化膜31の膜厚は500nm以下にすることが好ましいのである。

【0029】このように、インク供給口9の流路基板1と電極基板2との接合界面を含む部分にシリコン酸化膜21を形成することにより、流路基板1と電極基板2とを貫通する貫通穴19を形成した場合でも、流路基板1と電極基板2との接合界面でのインクによる隙間腐食が防止され、経時的な信頼性が向上する。

【0030】次に、本発明の第3実施形態に係るインクジェットヘッドについて図5を参照して説明する。なお、同図は同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図である。この実施形態は、パイレックスガラス（ホウ珪酸ガラス）基板を用いて第2基板である電極基板22を形成し、第1基板であるシリコン基板からなる流路基板1と第2基板である電極基板22とは陽極接合で接合している。

【0031】そして、共通液室8へのインク供給口9となっている流路基板1と電極基板2との接合界面を含む貫通穴19の壁面にエポキシ樹脂からなる樹脂層23を形成している。このエポキシ樹脂としては、低粘度の一種硬化型のエポキシ接着剤を用いた。これによって簡便に樹脂層23を塗布形成できるとともに、常温硬化も可能となる。

【0032】このように、第2基板にガラス基板を用いることで低コスト化を図れる。また、インク供給口9の流路基板1と電極基板2との接合界面を含む部分に樹脂層23を形成することにより、流路基板1と電極基板2とを貫通する貫通穴19を形成した場合でも、流路基板1と電極基板2との接合界面でのインクによる隙間腐食が防止され、経時的な信頼性が向上する。

【0033】次に、本発明の第4実施形態に係るインクジェットヘッドについて図6を参照して説明する。なお、同図は同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図である。この実施形態は、共通液室8へのインク供給口9となっている貫通穴19の壁面に窒化チタン（TiN）膜25をスパッタ法などで形成したものである。

【0034】このように、インク供給口9の流路基板1と電極基板2との接合界面を含む部分に窒化チタン膜25を形成することにより、流路基板1と電極基板2とを貫通する貫通穴19を形成した場合でも、流路基板1と電極基板2との接合界面でのインクによる隙間腐食が防止され、経時的な信頼性が向上する。特に、TiN膜はアルカリ性のインクに対して高い耐性を有し、種々の色剤（染料、顔料など）に対して効果的である。

【0035】次に、本発明の第5実施形態に係るインクジェットヘッドについて図7を参照して説明する。なお、同図は同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図である。この実施形態は、共通液室8へのインク供給口9となっている貫通穴19の壁面にめっき法を用いてNi（或いはCr）膜26を形成したものである。

【0036】このように、インク供給口9の流路基板1と電極基板2との接合界面を含む部分にNiやCrなど

のメッキ膜26を形成することにより、流路基板1と電極基板2とを貫通する貫通穴19を形成した場合でも、流路基板1と電極基板2との接合界面でのインクによる隙間腐食が防止され、経時的な信頼性が向上する。特に、金属膜を無電解メッキ法で形成することにより、複雑な表面形状に対しても均一に成膜することができる。

【0037】この場合、メッキ膜のピンホール欠陥を防止するために単層膜として形成するときには厚みを1 $\mu$ m以上にすることが好ましい。また、メッキ膜を薄く形成する場合には、前述したシリコン酸化膜上に形成することが好ましい。さらに、成膜したメッキ膜を酸化或いは窒化処理することによって金属酸化層あるいは窒化物層を形成することで、ピンホール欠陥を防止して緻密な膜を形成することができる。

【0038】すなわち、上述した窒化チタン膜25やNi或いはCrのメッキ膜に代えて、Ti、Al、Si、Zrなどの金属膜、或いはこれらの金属の窒化物の膜、又はこれらの金属の酸化物の膜、或いは、金属膜、窒化金属膜、酸化金属膜の2以上の膜の積層膜を形成することもできる。

【0039】次に、第2実施形態のインクジェットヘッドの製造工程について図8乃至図11を参照して説明する。なお、図10及び図11は図9の工程に続く工程であるが、一部を拡大して示している。まず、電極基板2の製造方法について説明する。図8(a)に示すように、低抵抗品として販売されているp型の単結晶シリコンで、面方位が(110)または(100)である電極基板2上に、ウェットあるいはドライの熱酸化法によって保護膜となるシリコン酸化膜2aを約2 $\mu$ mの厚さに形成する。

【0040】この酸化膜2aの厚さは、電極15とシリコンウェハとの電氣的絶縁性が確保される厚さであれば良く、1~3 $\mu$ m程度が適当である。また、ここでは、安価に市場に出ているp型の単結晶シリコン基板を用いたが、n型の基板であっても良い。

【0041】続いて、同図(b)に示すように、電極基板2となるウェハにフォトレジストを塗布し、電極を形成するためのパターニングを行い、このフォトレジストパターンをマスクとして、弗化アンモニウムなどの緩衝成分を含む弗化水素溶液(例えば、ダイキン工業製:BF<sub>3</sub>-63U(商品名)など)を用いて、シリコン酸化膜2aに電極形成溝である凹部14を掘り込む。

【0042】このときの凹部14の掘り込み量(深さ)は、電極材料の厚さと、電極15と振動板10との間に必要な空間量(ギャップ長)を足した分だけ掘り込むことになる。なお、このときの掘り込み量は約1 $\mu$ m程度以下と少ないので、弗化水素溶液を用いたウェットエッチングによる掘り込みにおいても、ウェハ面内の掘り込み量のばらつきは極めて小さくできる。

【0043】続いて、同図(c)に示すように、電極材

料となる多結晶シリコン膜を約300nmの厚さに堆積し、フォトリソグラフィの手法を用いて所望の電極形状に加工して電極15を凹部14底面に形成する。なお、ここでは、不純物がドーピングされたポリシリコンを電極15に使用したが、高融点金属を利用しても良いし、窒化チタンのような導電性のセラミックスを電極としても良い。

【0044】その後、同図(d)に示すように、電極基板2上の酸化膜を堆積して、この酸化膜をパターニングすることにより、電極15を保護するための保護膜17を形成する。

【0045】一方、図9(a)に示すように、流路基板1としてp型の極性を持ち、(110)の面方位を持つ両面研磨のシリコン基板31を利用した。このような、シリコン基板を利用する目的は、シリコンのウェットエッチング時のエッチング速度の面異方性を利用し、制度の良い加工形状を得るためである。このシリコン基板の接合面になる両面に高濃度のホウ素を注入(5 $\times$ 10<sup>19</sup>原子/cm<sup>3</sup>以上)後、これを活性化し、所定の深さ(振動板の厚さ)まで拡散させて高濃度ボロン拡散層32を形成する。

【0046】なお、不純物の注入にはボロンガラスを用いた固体拡散法を用いたが、イオン注入法や、不純物ガラスの塗布法などによって、硼素を注入拡散しても良い。また、高濃度不純物基板の上に、シリコンをエピ成長させた基板を利用しても良い。

【0047】そして、不純物を拡散したシリコンウェハの両面をCMPなどの方法で鏡面研磨し、その表面粗さをRa値で、0.2nm以下に加工する。これは、不純物の注入拡散によって、シリコンウェハの表面が荒れてしまうことを補正するためのもので、その研磨量は0.01 $\mu$ m程度で良い。この研磨量は、シリコンウェハの最終研磨仕上げの工法と全く同じであり、非常に精度良く仕上げることができる。

【0048】続いて、シリコン基板31と電極基板2とを接合する。例えば、各基板31、2をRCA洗浄で知られる基板洗浄法を用いて洗浄した後、硫酸と過酸化水素水の熱混合液に浸漬し、接合面を親水化させることで直接接合をし易い表面状態とする。

【0049】そして、これらの基板31、2をオリエンテーションフラット部分を利用、あるいは、あらかじめアライメントマークを準備しておき、各基板31、2を整合し接合する。アライメントが完了した基板31、2を真空チャンバー中に導入し、1 $\times$ 10<sup>-3</sup>mbar以下の真空度になるまで減圧する。

【0050】続いて、各基板31、2のアライメントがずれないように状態で、各ウェハを押さえ付けることでブリ接合を完了する。この時、位置ずれないように押さえると共に、押圧力は基板31、2に歪みを与えず、位置ずれを起こさない範囲で強く押さえることが重

要である。

【0051】さらに、この後、貼り合わせたウェハを窒素ガス雰囲気下で、900℃、2時間焼成し強固な接合を得た。このときの焼成温度は、800～1200℃の温度範囲であれば、後の切断研磨工程に耐えうるだけの十分な強度が得られる。したがって、電極材料の種類や、不純物の再拡散の発生しない温度選択で実施することができる。

【0052】次に、接合ウェハを自然冷却した後、同図(b)に示すように、シリコン基板31の研削、研磨、CMP等の手段によって、シリコン基板31の厚さを約100μmにまで薄く(液室高さを低く)する。このような機械的、物理的あるいは、化学的手法によってウェハの厚さを薄くしても、直接接合によって接合した界面が剥離したり破壊されることはない。ここでは、液室高さ95±5μmを狙って研磨し、液室加工を施しても何ら問題にならなかった。

【0053】このときの液室高さは、液室が小さくなったことによる流体抵抗として働く分と、隣り合うピット間のクロストークの影響を考慮して決められる。これは、使用するインクの粘度や、噴射するインク滴の滴量等から決まるため、一義的には決めることができない。実験によると、顔料インクを用いた場合、液室高さ50～100μmの間、特に90μm付近で良い特性を得ることができることを確認した。

【0054】続いて、同図(c)に示すように、基板を熱処理しパッファ酸化膜を約50nmの厚さに形成した後、更に後工程でのエッチングバリア層となるシリコン窒化膜34a、34bをCVDなどの方法で約100nmの厚さに形成する。そして、同図(d)に示すように、電極基板2の電極パターンに対して、赤外線アライメント方法などを用いて、電極基板2側にインク供給口9となるシリコン窒化膜34bのパターンを形成する。

【0055】その後、この基板を高濃度の水酸化カリウム溶液(例えば、80℃に加熱した30%濃度KOH溶液)中に浸漬し、シリコン(電極基板2)の異方性エッチングを行うことで所望のインク供給口9の形状にエッチングする。このとき、電極基板2のシリコンの結晶性によって、自己整合的にインク供給口9の形状が形成される。また、このときのエッチングはシリコン基板31との接合面に存在するシリコン酸化膜によって自己収束的に停止する。

【0056】次に、図10(a)に示すように、シリコン基板31上のシリコン窒化膜34aに、液室6、共通液室8、電極パッド15aに対応する部分となるパターンをフォトリソグラフィーによってパターンニングし、シリコン基板31を前記高濃度の水酸化カリウム(KOH)溶液中に浸漬し、シリコンの異方性エッチングを行うことで所望の液室6、共通液室8、パッド開口対応部分などを形成する。このとき異方性エッチングは高濃度

ボロン層32に急激にエッチレートが低下し、これにより高濃度ボロン層32からなる振動板10が高精度に形成され、流路基板1を得ることができる。

【0057】また、このとき、先に開口したインク供給口9側が再びエッチング液にさらされることになるが、シリコンの結晶異方性によって、エッチングが抑制されるため再エッチングは殆ど起こらず、インク供給口9の形状が変わることはない。

【0058】次いで、同図(b)に示すように、フッ酸溶液によってシリコン酸化膜を除去し、同図(c)に示すように、ドライエッチングなどの方法でインク供給口9に残る高濃度ボロン層32を除去して、インク供給口9を完成させた。

【0059】次に、図11(a)に示すように、基板全体をウェット酸化によって酸化して表面にシリコン酸化膜21を形成する。ここでは、水素、酸素混合雰囲気中で950℃、30分酸化することによって、基板全面に均一にシリコン酸化膜21を形成した。このときのシリコン酸化膜21の厚さは400nmとした。これにより、前述したように、シリコン酸化膜21が流路基板1表面上にも形成することで振動板10表面に耐インク性を持たせるとともに、シリコン酸化膜21のもつ応力によって振動板10自体が変形してことを防止する。

【0060】この処理によって、インク供給口9の壁面に臨む流路基板1と電極基板2との接合界面にもシリコン酸化膜21が成長し、接合界面を覆うように酸化されるので、接合界面がインクに晒されることを防止できる。

【0061】最後に、同図(b)に示すように、電極パッド部15aに対応する高濃度ボロン層32をシリコン酸化膜21を含めてマスクエッチングの方法によってエッチング開口し、図示しないノズル板3を接合して所望のインクジェットヘッドを完成する。

【0062】次に、第3実施形態に係るインクジェットヘッドの製造工程について説明する。なお、この第3実施形態は電極基板をガラス基板とし、インク供給口壁面に樹脂層を形成するものであり、基本的な製造工程は上記と同様であるので、図については図8乃至図11を準用する。

【0063】まず、電極基板22となるガラス基板として硼珪酸ガラス基板(たとえばコーニング社7740、商品名など)を用いて、このガラス基板上にフォトレジストを塗布し、電極15を形成するためのパターンニングを行う。そして、このフォトレジストパターンをマスクとして、弗化アンモニウムなどの緩衝成分を含む弗化水素溶液(例えば、ダイキン工業製:BHF-63Uなど、商品名)を用いて、ガラス基板に電極形成溝となる凹部14を掘り込む。

【0064】このときの凹部14の掘り込み量(深さ)は、電極材料の厚さと、電極15と振動板10との間に



必要な空間量（ギャップ長）を足した分だけ掘り込むことになる。なお、このときの掘り込み量は約 $1\mu\text{m}$ 程度以下と少ないので、弗化水素溶液を用いたウェットエッチングによる掘り込みにおいても、ウェハ面内の掘り込み量のばらつきは極めて小さくできる。

【0065】続いて、電極材料となる金属膜（たとえばNi膜）を約 $300\text{nm}$ の厚さに堆積し、フォトリソエッチングの手法を用いて所望の電極形状に加工して凹部14底面に電極15を形成する。ここでは、金属材料を電極15に使用したが、窒化チタンのような導電性のセラミックスを電極としても良い。その後、電極保護のための酸化膜を堆積して保護膜17を形成する。

【0066】その後、流路基板1となる高濃度ボロン層を形成したシリコン基板をガラス基板上に陽極接合で接合する。具体的には、各基板をRCA洗浄で知られる基板洗浄法を用いて洗浄し、接合面を親水化させることで接合をし易い表面状態とする。これらの基板をオリエンテーションフラット部分を利用、あるいはあらかじめアライメントマークを準備しておき、各基板を整合し接合する。アライメントが完了した基板を真空チャンバー中に導入し、 $1\times 10^{-3}\text{mbar}$ 以下の真空度になるまで減圧する。

【0067】続いて、各基板のアライメントがずれないような状態で、各基板を押さえ付け、 $350^{\circ}\text{C}$ になるまで加熱した。更に、シリコン基板と珪酸ガラス基板の間に、 $300\text{V}$ の電界を加え、陽極接合によって両基板を強固に固着させた。この状態で15分間保持した後、ゆっくりと時間をかけて徐冷することで、接合を終了した。

【0068】次に、流路基板1となるシリコン基板の研削および研磨を行ない、研磨、研削、CMP等の手段によって、シリコン基板の厚さを約 $100\mu\text{m}$ にまで薄く（液室高さを低く）した。続いて、後工程でのエッチングバリア層となるシリコン窒化膜をCVDなどの方法で約 $100\text{nm}$ の厚さに形成する。

【0069】次いで、電極基板22の電極パターンに対して（ガラス基板なのでアライメント可能）、電極基板側のシリコン窒化膜にインク供給口9となるパターンを形成する。そして、このパターンに対して、ダイヤモンドドリルなどを用いて所望のインク供給口9の形状に加工する。

【0070】その後、シリコン基板側のシリコン窒化膜に液室6、共通液室8、電極パッド15aに対応する部分のパターンをフォトリソグラフィによってパターンニングする。さらに次にこの基板を高濃度の水酸化カリウム溶液中に浸漬し、シリコンの異方性エッチングを行うことで所望の液室6、共通液室8、パッド買好意対応部分及び振動板10を有する流路基板1を得る。

【0071】このとき、先に開口した電極基板22側のインク供給口9はエッチング液に晒されることになる

が、ガラス基板は、ほとんどエッチングされないため形状が変わることはない。そして、ドライエッチングなどの方法で供給口9に残る高濃度ボロン層を除去し、インク供給口9を貫通させる。

【0072】次に、図5で説明したように、開口したインク供給口9の壁面に、エポキシ樹脂を塗布して樹脂層23を形成する。このとき用いたエポキシ樹脂は、低粘度の一液硬化型のエポキシ接着剤を用いた。これによって、簡便に塗布できると共に、常温硬化も可能となる。

【0073】この処理によって、流路基板1と電極基板22の接合界面がエポキシ樹脂（樹脂層23）で覆われ、インクの染み込みによる接合界面への染み込みを防ぐことができる。これによって、接合界面がインクに晒されることがなくなる。

【0074】なお、上記各実施形態においては、本発明を振動板変位方向とインク滴吐出方向が同じになるサイドシュータ方式のインクジェットヘッドに適用したが、振動板変位方向とインク滴吐出方向と直交するエッジシュータ方式のインクジェットヘッドにも同様に適用することができる。さらに、インクジェットヘッドだけでなく液体レジスト等を吐出させる液滴吐出ヘッドなどにも適用できる。また、振動板と液室基板とを同一基板から形成したが、振動板と液室基板とを別体にして接合することもできる。さらにまた、駆動手段として、圧電素子などの電気機械変換素子を用いるもの、或いは、発熱抵抗体を用いるものなどにも適用することができる。

【0075】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、振動板を設ける第1基板と駆動手段を設ける第2基板とを積層し、これらの第1基板及び第2基板を貫通する流路を設けたので、ヘッド裏面からの液体供給が可能になるとともに両側に振り分けることができ、ヘッドの小型化を図れ、低コスト化を図れる。

【0076】ここで、第1基板及び第2基板はシリコン基板から形成して、これらの第1基板と第2基板は酸化膜を介して直接接合することで、加工精度の高いヘッドを得ることができる。また、第1基板はシリコン基板、第2基板はガラス基板で形成して、これらの第1基板と第2基板は陽極接合することで、低コストのヘッドを得ることができる。

【0077】また、流路の壁面の内の少なくとも第1基板と第2基板との接合界面に、金属膜、金属の窒化物の膜、金属の酸化物の膜、又はこれら少なくとも2以上の積層膜を形成することにより、接合界面への液体の染み込みを防止して信頼性を向上することができる。

【0078】或いは、流路の壁面の内の少なくとも第1基板と第2基板との接合界面に、樹脂層を形成することにより、接合界面への液体の染み込みを防止して信頼性を向上することができる。

【0079】若しくは、流路の壁面の内の少なくとも第1基板と第2基板との接合界面に、シリコン酸化膜を形成することにより、接合界面への液体の染み込みを防止して信頼性を向上することができる。この場合、シリコン酸化膜の厚さが500nmを越えないようにすることで、振動板の変位特性の変化を防止することができる。

【0080】また、これらの各液滴吐出ヘッドは、吐出室の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する電極とを有し、振動板を静電力で変形変位させて液滴を吐出させる静電型ヘッドとすることで、高精度、高密度、小型のヘッドを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係るインクジェットヘッドの分解斜視説明図

【図2】同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図

【図3】同ヘッドの振動板短手方向の要部拡大断面図

【図4】本発明の第2実施形態に係るインクジェットヘッドの振動板長手方向の断面説明図

【図5】本発明の第3実施形態に係るインクジェットヘッドの振動板長手方向の断面説明図

【図6】本発明の第4実施形態に係るインクジェットヘッドの振動板長手方向の断面説明図

【図7】本発明の第5実施形態に係るインクジェットヘッドの振動板長手方向の断面説明図

【図8】第1実施形態のインクジェットヘッドの製造工程の説明に供する説明図

【図9】図8に続く製造工程の説明に供する説明図

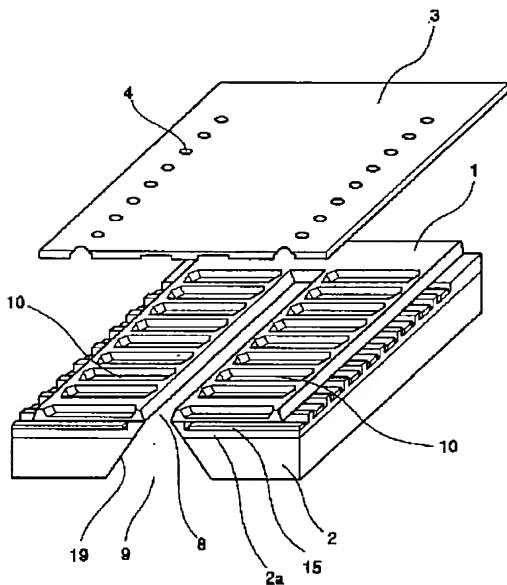
【図10】図9に続く製造工程の説明に供する説明図

【図11】図10に続く製造工程の説明に供する説明図

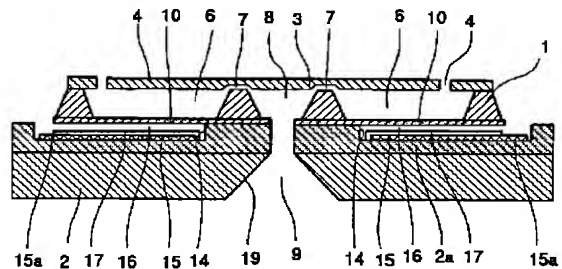
【符号の説明】

1…流路基板、2、22…電極基板、3…ノズル板、4…ノズル、6…吐出室、7…流体抵抗部、8…共通液室、9…インク供給口、10…振動板、14…凹部、21…シリコン酸化膜、23…樹脂層、25…窒化チタン膜、26…メッキ膜。

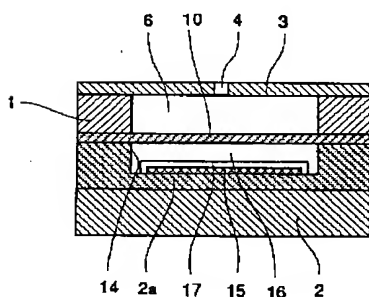
【図1】



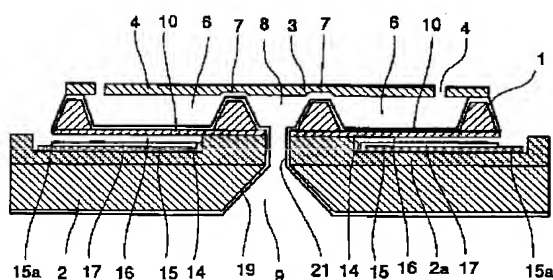
【図2】



【図3】

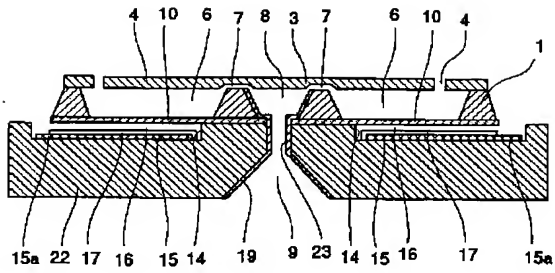


【図4】

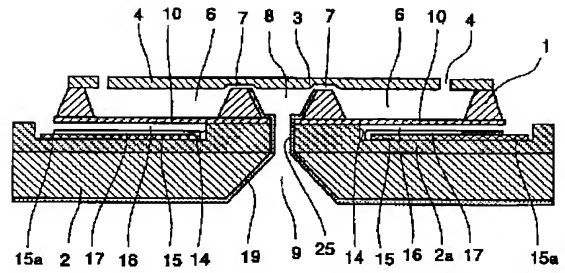




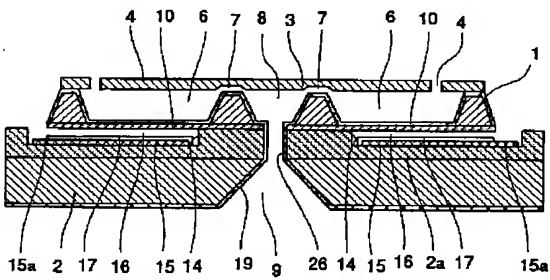
【図5】



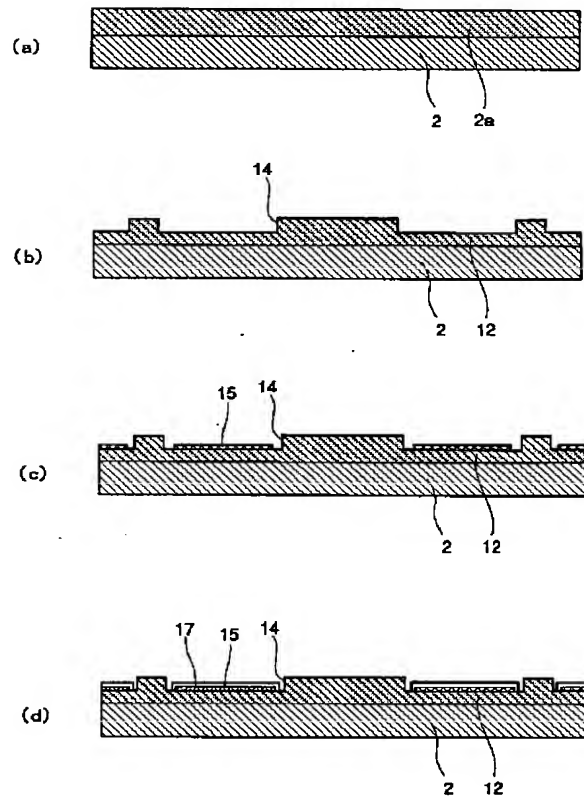
【図6】



【図7】



【図8】





# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-160361

(43)Date of publication of application : 04.06.2002

---

(51)Int.Cl. B41J 2/045  
B41J 2/055  
B41J 2/16

---

(21)Application number : 2000-355595 (71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 22.11.2000 (72)Inventor : ITSUSHIKI KAIHEI

---

## (54) INK DROP EJECTING HEAD

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ink jet head which can be compactified and can be enhanced in resistance to liquid contact as to the ink jet head which is equipped with a nozzle for ejecting ink drops, an ejecting chamber communicating with the nozzle, a vibration plate forming a wall face of the ejecting chamber and a driving means for changing the shape of the vibration plate and ejects ink drops from the nozzle by pressurizing ink in the ejecting chamber by driving the driving means.

SOLUTION: A flow path substrate 1 having a vibration plate 10 and an electrode substrate 2 having an electrode 15 are laminated. An ink supplying aperture 9 passing through the flow path substrate 1 and the electrode substrate 15 is formed and a silicon oxide film 21 is formed on the wall face of the ink supplying aperture 9.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] A nozzle which carries out the regurgitation of the drop.

A regurgitation room which this nozzle opens for free passage.

A diaphragm which forms a part of wall surface of this regurgitation room.

A driving means made to change this diaphragm.

It is the droplet discharge head provided with the above the 1st substrate that provides said diaphragm and the 2nd substrate that establishes said driving means were laminated and a channel which penetrates these 1st substrate and 2nd substrate was provided.

[Claim 2]A droplet discharge headwherein said 1st substrate and the 2nd substrate consist of silicon substrates and these 1st substrate and 2nd substrate are directly joined via an oxide film in the droplet discharge head according to claim 1.

[Claim 3]A droplet discharge headwherein said 1st substrate consists of silicon substratessaid 2nd substrate consists of glass substrates in the droplet discharge head according to claim 1 and anode joining of these 1st substrate and 2nd substrate is carried out.

[Claim 4]In the droplet discharge head according to any one of claims 1 to 3it is a droplet discharge head of the wall surfaces of said channel which carries out a metal membranea film of a metaled nitridea film of a metaled oxideor these things [ having formed two or more cascade screens even if small ] to a joining interface of said 1st substrate and the 2nd substrate with the feature at least.

[Claim 5]A droplet discharge head characterized by a thing of the wall surfaces of said channel for which a resin layer was formed in a joining interface of said 1st substrate and the 2nd substrate at least in the droplet discharge head according to any one of claims 1 to 3.

[Claim 6]A droplet discharge head characterized by a thing of the wall surfaces of said channel for which silicon oxide was formed in a joining interface of said 1st substrate and the 2nd substrate at least in the droplet discharge head according to any one of claims 1 to 3.

[Claim 7]A droplet discharge headwherein thickness of said silicon oxide does not exceed 500 nm in the droplet discharge head according to claim 6.

[Claim 8]The droplet discharge head according to any one of claims 1 to 7 which is provided with the following and characterized by carrying out deformed displacement of the diaphragm by electrostatic force.

A diaphragm which forms a wall surface of a regurgitation room.

An electrode which counters this diaphragm.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to a droplet discharge head.

[0002]

[Description of the Prior Art]Generally as an ink jet head in the ink-jet recording device used for image recorders (an image forming device is included.)such as a printera facsimilea reproducing unitand a plotterThe nozzle which carries out the regurgitation of the ink dropletand the regurgitation room (called an ink passagean ink

chambera pressure chambera pressurized rooman application-of-pressure fluid chamberetc.) which this nozzle opens for free passageIt has a diaphragm which forms the wall surface of a regurgitation roomand a driving means made to change this diaphragmand there is a thing which pressurizes regurgitation indoor ink by driving a driving meansand makes an ink droplet breathe out from a nozzle.

[0003]As an ink jet head using the conventional diaphragmThe thing of a piezo mold which makes an ink droplet breathe out by carrying out deformed displacement of the diaphragm which forms the wall surface of a regurgitation room using a piezoelectric elementThere are a thing of an electrostatic type etc. which make an ink droplet breathe out by carrying out deformed displacement of the diaphragm by electrostatic force using the diaphragm (or electrode of this and one) and electrode which form the wall surface of a regurgitation room.

[0004]By the wayin an ink jet headin order to perform high density recording and high-definition recordit is necessary to arrange a nozzle and a fluid chamber with high density. Thenfor example as a piezo mold headplural-lines arrangement of two or more nozzles is carried out alternatelythe fluid chamber corresponding to each nozzle also carries out plural-lines arrangementand the composition which arranges a common fluid chamber on both sides of each fluid chamber is known as indicated to JP11-198385A etc.

[0005]As an electrostatic type ink jet headFor exampleas indicated by JP6-71882A and JP5-50601AA silicon substrate is used for the 1st substrate that forms a regurgitation room and a diaphragmborosilicate glass (Pyrex (registered trademark) glass) and a silicon substrate are used for the 2nd substrate that provides an electrodeand what joined the 1st substrate and the 2nd substrate by anode joining or junction directly is known.

[0006]As a conventional electrostatic type ink jet headFor examplea thing which the silicon thin plate used for the diaphragm does not punch in ink as indicated by JP10-291322A and which carried out the silicon oxidizing filmOr what formed a nickel oxidation film and silicon oxide in the ink passageand has improved the wettability to ink as indicated to JP10-264383A is known.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]Like the conventional ink jet head mentioned aboveplural-lines arrangement of two or more nozzles is carried out alternatelythe fluid chamber corresponding to each nozzle also carries out plural-lines arrangementand when the composition which arranges a common fluid chamber on both sides of each fluid chamber is adoptedthe technical problem that the width of a head is enlarged occurs.

[0008]If it is in the head which joined the 1st substrate and the 2nd substrate like the conventional ink jet head mentioned abovewhen the channel which penetrates the joining interface of the 1st substrate and the 2nd substrate is providedthe plane of composition will be exposed to ink.

[0009] However the present ink has much about [ the goodness of a color system and not only a paint system but the characteristics such as the color enhancement to ] pH nine to 11 Alkalinity Inc. and such alkaline high ink is used. On the other hand since it becomes junction of dissimilar materials such as silicon silicon oxide or glass a detailed crevice tends to be made as for the joining interface using direct junction and anode joining to the joining interface from the soluble difference to ink. If it becomes so the crevice will be eluted more greatly (corrosion) and will go ink will flow even into the gap of an electrode section required for an electrostatic drive finally and the technical problem of stopping achieving the function as a head will arise as known as crevice corrosion.

[0010] This invention is made in view of the above-mentioned point and it aims at improving \*\*\*\*\*-proof attaining the miniaturization of attaining the miniaturization of a head and a head.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem a droplet discharge head concerning this invention laminates the 1st substrate that provides a diaphragm and the 2nd substrate that establishes a driving means and provides a channel which penetrates these 1st substrate and 2nd substrate.

[0012] Here the 1st substrate and the 2nd substrate can be formed from a silicon substrate and these 1st substrate and 2nd substrate can be directly joined via an oxide film. The 1st substrate can be formed by a silicon substrate the 2nd substrate can be formed with a glass substrate and anode joining of these 1st substrate and 2nd substrate can be carried out.

[0013] A metal membrane film of a metal nitride film of a metal oxide or these things [ forming two or more cascade screens even if small ] of inside [ it is a wall surface of a channel ] are preferred to a joining interface of the 1st substrate and the 2nd substrate at least. Or a thing of the wall surfaces of a channel for which a resin layer is formed in a joining interface of the 1st substrate and the 2nd substrate at least is preferred. Or a thing of the wall surfaces of a channel for which silicon oxide is formed in a joining interface of the 1st substrate and the 2nd substrate at least is preferred. In this case it is preferred that thickness of silicon oxide does not exceed 500 nm.

[0014] Each of these droplet discharge heads have a diaphragm which forms a wall surface of a regurgitation room and an electrode which counters this diaphragm and can use it as an electrostatic type head which carries out deformed displacement of the diaphragm by electrostatic force and makes a drop breathe out.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Hereafter an embodiment of the invention is described with reference to an accompanying drawing. The section explanatory view of the diaphragm longitudinal direction of the head and drawing 3 of the decomposition strabism explanatory view of the ink jet head which requires drawing 1 for a 1st

embodiment of this invention and drawing 2 are the important section expanded sectional views of the direction of the diaphragm shorter side of the head.

[0016] The passage substrate 1 which is the 1st substrate with which the single crystal silicon substrate of crystal face orientation (110) was used for this ink jet head. The electrode substrate 2 which is the crystal face orientation (110) established in this passage substrate 1 bottom or the 2nd substrate using the single crystal silicon substrate of (100). It has the nozzle plate 3 which is the 3rd substrate formed in the passage substrate 1 upper part and the common fluid chamber 8 etc. which are open for free passage via the flow-resistance part 7 which served as the ink feed path are formed in two or more nozzles 4 which carry out the regurgitation of the ink droplet. The regurgitation room 6 which is the ink passages which each nozzle 4 opens for free passage and each regurgitation room 6.

[0017] The crevice which forms the diaphragm 10 (it serves as the electrode) which makes the pars basilaris ossis occipitalis which are two or more regurgitation rooms 6 which the nozzle 4 opens for free passage and a wall surface of this regurgitation room 6 is formed in the passage substrate 1. Beforehand this passage substrate 1 at diaphragm thickness to the silicon substrate which has a field for example (110). A high concentration P type impurity. For example by carrying out anisotropic etching of the crevice used as the regurgitation room 6 using etching reagent such as KOH solution after forming the high concentration boron diffusion layer which pours in high concentration boron and turns into an etching stop layer and joining to the electrode substrate 2 directly. Since a high concentration boron diffusion layer turns into an etching stop layer at this time this forms the diaphragm 10 in high degree of accuracy.

[0018] Form the oxidizing zone 2a in the electrode substrate 2 by a thermal oxidation method etc. using the single crystal silicon substrate of a p type or a n type and the crevice 14 is formed in this oxidizing zone 2a. The electrode 15 which counters the diaphragm 10 is formed in this crevice 14 bottom. The gap 16 is formed between the diaphragm 10 and the electrode 15 and these diaphragms 10 and electrodes 15 constitute the actuator section (driving means).

[0019] In the electrode 15 surface the insulator layer 17 which consists of nitride system insulator layers such as oxide film system insulator layers such as a  $\text{SiO}_2$  film and an  $\text{Si}_3\text{N}_4$  film is formed. An insulator layer can also be formed in the diaphragm 10 side without forming the insulator layer 17 in the electrode 15 surface. As the electrode 15 of the electrode substrate 2 the polycrystalline silicon material etc. which were low-resistance-ized with refractory metal such as metallic material such as gold or aluminum usually used generally in the formation process of a semiconductor device. Cr and nickel Ti TiN or an impurity can be used.

[0020] And these passage substrates 1 and electrode substrates 2 are directly joined by junction of silicon silicon. The through hole 19 used as the ink feed opening 9 which leads to the common fluid chamber 8 is formed in these passage substrates 1 and electrode substrates 2. The highly precise crevice by anisotropic etching can be



formed by [ of the passage substrate 1 and the electrode substrate 2 ] forming \*\* by a silicon substrate someday.

[0021]While forming many nozzles [ two rows of ] 4the slot which forms the flow-resistance part 7 for opening the common fluid chamber 8 and the regurgitation room 6 for free passage is formed in the nozzle plate 3. To this nozzle plate 4water repellent coating is formed in the ink discharge side. The nickel plating film according [ the nozzle plate 3 ] to a stainless steel board (SUS) and an electroforming (electrocasting) construction methodWhat carried out excimer laser processing to resinsuch as polyimidethe thing which carried out hole processing to the metal plate by press working of sheet metalthe thing which laminated the metal layer and the resin layeretc. can be used.

[0022]This ink jet head arranges two rows of nozzles 4arranges the regurgitation room 6the diaphragm 10two rows of electrodes 15etc. corresponding to each of this nozzle 4and arranges the common fluid chamber 8 in the center section (head center section) of each nozzle rowThe composition which distributes and supplies ink to the regurgitation room 6 on either side from the common fluid chamber 8 by forming the through hole 19 used as the ink feed opening 9 which supplies ink to this common fluid chamber 8 is adopted.

[0023]Ink supply in each regurgitation room 6 can be distributed uniformly by thisWithout receiving most buffers of the driving state of each regurgitation roomthe uniform expulsion-of-an-ink-droplet characteristic can be securedthe multinozzle head which has many nozzles 4 by an easy head configuration can be constitutedand miniaturization and low cost-ization can be attained. An ink feed opening can be secured widelythe variation in inflow resistance decreasesand the regurgitation characteristic is stabilized.

[0024]And the electrode 15 was installed outsidewas made into the terminal area (electrode pad part) 15aand has connected to this the FPC cable which carries the driver IC which is a head drive circuit with a wire bond via an anisotropic conducting film etc.

[0025]In the ink jet head constituted in this wayBy using the diaphragm 10 as a common electrode and impressing a driving waveform between the diaphragm 10 and the electrode 15 by using the electrode 15 as an individual electrodeelectrostatic force (electrostatic suction force) occurs between the diaphragm 10 and the electrode 15and the diaphragm 10 carries out deformed displacement to the electrode 15 side. Since the content volume of the regurgitation room 6 is extended and internal pressure falls by thisthe regurgitation room 6 is filled up with ink from the common fluid chamber 8 via the flow-resistance part 7.

[0026]Subsequentlyif the voltage impressing to the electrode 15 is severedelectrostatic force will stop acting and the elasticity which itself has will restore the diaphragm 10. The internal pressure of the regurgitation room 6 rises with this operationand an ink droplet is breathed out from the nozzle 4. If voltage is again

impressed to an electrode again a diaphragm will be drawn in the electrode side by the electrostatic suction force and will shift to the following expulsion-of-an-ink-droplet process with it.

[0027] Next the ink jet head concerning a 2nd embodiment of this invention is explained with reference to drawing 4. The figure is a section explanatory view of the diaphragm longitudinal direction of the head. This embodiment forms the silicon oxide 31 in the field which touches ink including the joining interface of the passage substrate 1 and the electrode substrate 2 used as the ink feed opening 9 to the common fluid chamber 8 such as a wall surface of the through hole 19 and the regurgitation room side of the diaphragm 10 by a thermal oxidation method.

[0028] In this case as for the thickness of the silicon oxide 31 it is preferred not to exceed 500 nm. That is when forming the silicon oxide 31 in the wall surface of the through hole 19 and the silicon oxide 31 is formed also in the field by the side of the regurgitation room of the diaphragm 10 there is a possibility that the diaphragm 10 may change into the diaphragm 10 with the stress of the another side silicon oxide 31 of what can give ink-proof nature. When the thickness of the diaphragm 10 was 2 micrometers or less and the thickness of the silicon oxide 31 exceeded 500 nm according to the experiment it checked that influence arose in an oscillation characteristic. Then as for the thickness of the silicon oxide 31 it is preferred to use 500 nm or less.

[0029] Thus by forming the silicon oxide 21 in a portion including the joining interface of the passage substrate 1 of the ink feed opening 9 and the electrode substrate 2 Even when the through hole 19 which penetrates the passage substrate 1 and the electrode substrate 2 is formed the crevice corrosion in the ink in the joining interface of the passage substrate 1 and the electrode substrate 2 is prevented and temporal reliability improves.

[0030] Next the ink jet head concerning a 3rd embodiment of this invention is explained with reference to drawing 5. The figure is a section explanatory view of the diaphragm longitudinal direction of the head. This embodiment formed the electrode substrate 22 which is the 2nd substrate using the Pyrex glass (boro-silicated glass) board and has joined the passage substrate 1 which consists of a silicon substrate which is the 1st substrate and the electrode substrate 22 which is the 2nd substrate by anode joining.

[0031] And the resin layer 23 which becomes a wall surface of the through hole 19 including the joining interface of the passage substrate 1 and the electrode substrate 2 used as the ink feed opening 9 to the common fluid chamber 8 from an epoxy resin is formed. As this epoxy resin the 1 liquid hardening type epoxy adhesive of hypoviscosity was used. While being able to carry out the spreading formation of the resin layer 23 simple by this room temperature setting also becomes possible.

[0032] Thus low cost-ization can be attained by using a glass substrate for the 2nd substrate. By forming the resin layer 23 in a portion including the joining interface of the passage substrate 1 of the ink feed opening 9 and the electrode substrate 2 Even

when the through hole 19 which penetrates the passage substrate 1 and the electrode substrate 2 is formed the crevice corrosion in the ink in the joining interface of the passage substrate 1 and the electrode substrate 2 is prevented and temporal reliability improves.

[0033] Next the ink jet head concerning a 4th embodiment of this invention is explained with reference to drawing 6. The figure is a section explanatory view of the diaphragm longitudinal direction of the head. This embodiment forms the titanium nitride (TiN) film 25 in the wall surface of the through hole 19 used as the ink feed opening 9 to the common fluid chamber 8 by a sputtering technique etc.

[0034] Thus by forming the titanium nitride film 25 in a portion including the joining interface of the passage substrate 1 of the ink feed opening 9 and the electrode substrate 2 Even when the through hole 19 which penetrates the passage substrate 1 and the electrode substrate 2 is formed the crevice corrosion in the ink in the joining interface of the passage substrate 1 and the electrode substrate 2 is prevented and temporal reliability improves. Especially a TiN film has high tolerance to alkaline ink and is effective to various coloring materials (a color paint set etc.).

[0035] Next the ink jet head concerning a 5th embodiment of this invention is explained with reference to drawing 7. The figure is a section explanatory view of the diaphragm longitudinal direction of the head. This embodiment uses the plating method for the wall surface of the through hole 19 used as the ink feed opening 9 to the common fluid chamber 8 and forms the nickel (or Cr) film 26.

[0036] Thus by forming the plating films 26 such as nickel and Cr in a portion including the joining interface of the passage substrate 1 of the ink feed opening 9 and the electrode substrate 2 Even when the through hole 19 which penetrates the passage substrate 1 and the electrode substrate 2 is formed the crevice corrosion in the ink in the joining interface of the passage substrate 1 and the electrode substrate 2 is prevented and temporal reliability improves. Membranes can be uniformly formed also to the shape of complicated surface type by forming a metal membrane by an electroless deposition method especially.

[0037] In this case in order to prevent the pin hole defects of a plating film when forming as monolayer it is preferred that thickness shall be 1 micrometers or more. When forming a plating film thinly forming on the silicon oxide mentioned above is preferred. By forming a metal oxidizing zone or a nitride layer for the plating film which formed membranes oxidation or by carrying out nitriding treatment pin hole defects can be prevented and a precise film can be formed.

[0038] Namely it replaces with the titanium nitride film 25 mentioned above or the plating film of nickel or Cr The cascade screen of two or more films of metal membranessuch as Ti aluminum Si and Zr the film of the nitride of these metal the film of the oxide of these metal or a metal membrane a nitriding metal membrane and a metal oxide film can also be formed.

[0039] Next the manufacturing process of the ink jet head of a 2nd embodiment is

explained with reference to drawing 8 thru/or drawing 11. The part is expanded and shown although drawing 10 and drawing 11 are the processes of following the process of drawing 9. First the manufacturing method of the electrode substrate 2 is explained. As shown in drawing 8 (a) a plane direction forms the silicon oxide 2a which turns into a protective film by a wet or dry thermal oxidation method on the electrode substrate 2 which is (110) or (100) at a thickness of about 2 micrometers with the p type single crystal silicon currently sold as a low resistance article.

[0040] The thickness of this oxide film 2a should just be thickness from which the electrical insulation of the electrode 15 and a silicon wafer is secured and about 1–3 micrometers is suitable for it. Although the p type single crystal silicon substrate which has come out to the commercial scene cheaply was used here it may be a n type substrate.

[0041] Then as shown in the figure (b) apply photoresist to the wafer used as the electrode substrate 2 perform patterning for forming an electrode and this photoresist pattern is used as a mask. The crevice 14 which is an electrode formation slot is dug deep to the silicon oxide 2a using the hydrogen fluoride solutions (for example Daikin Industries: BHF-63U (trade name) etc.) containing buffer ingredient such as ammonium fluoride.

[0042] The crevice 14 at this time will dig deep and quantity (depth) will dig deep only the part which added the amount of space required between the thickness of an electrode material and the electrode 15 and the diaphragm 10 (gap length). it digs deep at this time and with about 1 micrometer or less since there is little quantity it is based on the wet etching using a hydrogen fluoride solution -- it also sets to dig deep and it digs deep within a wafer surface and dispersion in quantity is made very small.

[0043] Then as shown in the figure (c) the polycrystalline silicon film used as an electrode material is deposited on a thickness of about 300 nm desired electrode shape is processed using the technique of photo etching and the electrode 15 is formed in the crevice 14 bottom. Although the polysilicon in which the impurity was doped was used for the electrode 15 here a refractory metal may be used and it is good also considering conductive ceramics like titanium nitride as an electrode.

[0044] Then as shown in the figure (d) the oxide film on the electrode substrate 2 is deposited and the protective film 17 for protecting the electrode 15 is formed by patterning this oxide film.

[0045] On the other hand as shown in drawing 9 (a) the silicon substrate 31 of double-sided polish which has p type polarity as the passage substrate 1 and has a plane direction of (110) was used. Such a purpose of using a silicon substrate is for using the field anisotropy of the etch rate at the time of the wet etching of silicon and acquiring institutional good working shape. You activate this after pouring high-concentration boron into both sides which turn into a plane of composition of this silicon substrate (more than a  $5 \times 10^{19}$  atom /  $\text{cm}^3$ ) you make it spread to the predetermined depth (thickness of a diaphragm) and the high concentration boron

diffusion layer 32 is formed.

[0046] Although the solid diffusion method which used boron glass was used for pouring of an impurity, pouring diffusion of the boron may be carried out by ion implantation, the method of applying impurity glass, etc. The substrate which carried out EPI growth of the silicon may be used on a high-concentration-impurities board.

[0047] And mirror polishing of both sides of the silicon wafer which diffused the impurity is carried out by methods such as CMP and the surface roughness is processed into 0.2 nm or less with a Ra value. It may be for amending that the surface of this of a silicon wafer is ruined by pouring diffusion of an impurity and about 0.01 micrometer of the polishing quantity may be sufficient. This polishing quantity is completely the same as the construction method of the last polish finishing of a silicon wafer and can be finished with very sufficient accuracy.

[0048] Then the silicon substrate 31 and the electrode substrate 2 are joined. For example, after washing each substrates 31 and 2 using the substrate cleaning method learned for RCA washing, it is immersed in the heat mixed liquor of sulfuric acid and hydrogen peroxide solution and is considered as the surface state which is easy to carry out junction by carrying out hydrophilization of the plane of composition directly.

[0049] and these substrates 31 and 2 -- an orientation flat portion -- use -- or the alignment mark is prepared beforehand and each substrates 31 and 2 are adjusted and it joins. The substrates 31 and 2 which alignment completed are introduced into a vacuum chamber and it decompresses until it becomes a degree of vacuum below  $1 \times 10^{-3}$  mbar.

[0050] Then the Puri junction is completed by pressing down each wafer in the state where alignment of each substrates 31 and 2 does not shift. At this time it presses down so that a position gap may not be carried out and it is important for thrust to give distortion to the substrates 31 and 2 or to press down strongly in the range which does not cause a position gap.

[0051] 900 \*\* of wafers pasted together were calcinated under a nitrogen gas atmosphere after this for 2 hours and firm junction was acquired. If the calcination temperature at this time is an 800–12000 \*\* temperature requirements sufficient intensity which can bear a next cutting polishing process will be obtained. Therefore it can carry out by the temperature selection which neither the kind of electrode material nor re-diffusion of an impurity generates.

[0052] Next after cooling a junction wafer naturally as shown in the figure (b) the thickness of the silicon substrate 31 shall be even about 100 micrometers thinly (it is low about fluid chamber height) by grinding of the silicon substrate 31, polish CMP or other means. Such an interface directly joined by junction even if it was mechanical and physical or made thickness of the wafer thin with the chemical method does not exfoliate or it is not destroyed. Here it ground targeting fluid chamber 95\*\*5 micrometers in height and even if it performed fluid chamber processing it did not become a problem at all.

[0053]The fluid chamber height at this time is decided in consideration of the influence of the cross talk between the bits which adjoin the part which works as a flow resistance by the fluid chamber having become small. Since it is decided from the viscosity of the ink to be used the drop measure of an ink droplet to inject etc. this cannot be decided uniquely. According to the experiment when pigment ink was used it checked that the characteristic as which especially near 90 micrometer may be sufficient could be obtained with a fluid chamber height of 50–100 micrometers in between.

[0054]Then as shown in the figure (c) after heat-treating a substrate and forming a buffer oxide film in a thickness of about 50 nm the silicon nitride films 34a and 34b used as the etching barrier layer in a post process are formed in a thickness of about 100 nm by methods such as CVD. And as shown in the figure (d) the pattern of the silicon nitride film 34b which is on the electrode substrate 2 side with the ink feed opening 9 is formed to the electrode pattern of the electrode substrate 2 using an infrared alignment method etc.

[0055]Then this substrate is immersed into a high-concentration potassium hydroxide solution (for example 30% concentration KOH solution heated at 80 °C) and it etches into the shape of the desired ink feed opening 9 by performing anisotropic etching of silicon (electrode substrate 2). At this time the shape of the ink feed opening 9 is formed in self-align of the crystallinity of the silicon of the electrode substrate 2. Etching at this time stops in self-focusing by the silicon oxide which exists in a plane of composition with the silicon substrate 31.

[0056]Next as shown in drawing 10 (a) to the silicon nitride film 34a on the silicon substrate 31. The pattern used as the portion corresponding to the fluid chamber 6 the common fluid chamber 8 and the electrode pad 15a is patterned by photolithography. The silicon substrate 31 is immersed into said high-concentration potassium hydroxide (KOH) solution and the desired fluid chamber 6 the common fluid chamber 8 a pad opening corresponding point etc. are formed by performing anisotropic etching of silicon. At this time a dirty rate falls to the high concentration boron layer 32 rapidly the diaphragm 10 which consists of the high concentration boron layer 32 by this is formed with high precision and the anisotropic etching can obtain the passage substrate 1.

[0057]Although the ink feed opening 9 side which carried out the opening previously will be again exposed to an etching reagent at this time since etching is controlled by the crystal anisotropy of silicon re-etching hardly takes place and does not change the shape of the ink feed opening 9 by it.

[0058]Subsequently as were shown in the figure (b) and silicon oxide was removed and it was shown in the figure (c) with a fluoric acid solution the high concentration boron layer 32 which remains in the ink feed opening 9 by methods such as dry etching was removed and the ink feed opening 9 was completed.

[0059]Next as shown in drawing 11 (a) the whole substrate is oxidized by wet oxidation

and the silicon oxide 21 is formed in the surface. Here 950 °C of silicon oxide 21 was uniformly formed in the entire substrate by oxidizing for 30 minutes in hydrogen and an oxygen mixed atmosphere. The thickness of the silicon oxide 21 at this time was 400 nm. As this is mentioned above while giving ink-proof nature to the diaphragm 10 surface because the silicon oxide 21 forms also on the passage substrate 1 surface with the stress which the silicon oxide 21 has, the diaphragm 10 the very thing changes and things are prevented.

[0060] Since it oxidizes so that the silicon oxide 21 may grow up to be also a joining interface of the passage substrate 1 and the electrode substrate 2 which attend the wall surface of the ink feed opening 9 and a joining interface may be covered by this processing, a joining interface can be prevented from being exposed to ink.

[0061] Finally as shown in the figure (b), the nozzle plate 3 which carries out the etching opening of the high concentration boron layer 32 corresponding to the electrode pad part 15a and does not illustrate it by the method of mask etching including the silicon oxide 21 is joined and a desired ink jet head is completed.

[0062] Next the manufacturing process of the ink jet head concerning a 3rd embodiment is explained. This 3rd embodiment uses an electrode substrate as a glass substrate, a resin layer is formed in an ink feed opening wall surface and since the fundamental manufacturing process is the same as that of the above drawing 8 thru/or drawing 11 are applied correspondingly about a figure.

[0063] First using borosilicate glass substrates (for example Corning 7740 Inc. a trade name etc.) as a glass substrate used as the electrode substrate 22, photoresist is applied on this glass substrate and patterning for forming the electrode 15 is performed. And the crevice 14 which becomes a glass substrate with an electrode formation slot is dug deep by using this photoresist pattern as a mask using the hydrogen fluoride solution (for example trade name such as Daikin Industries: BHF-63U) containing buffer ingredient such as ammonium fluoride.

[0064] The crevice 14 at this time will dig deep and quantity (depth) will dig deep only the part which added the amount of space required between the thickness of an electrode material and the electrode 15 and the diaphragm 10 (gap length). It digs deep at this time and with about 1 micrometer or less since there is little quantity it is based on the wet etching using a hydrogen fluoride solution — it also sets to dig deep and it digs deep within a wafer surface and dispersion in quantity is made very small.

[0065] Then the metal membrane (for example Ni film) used as an electrode material is deposited on a thickness of about 300 nm, desired electrode shape is processed using the technique of photo etching and the electrode 15 is formed in the crevice 14 bottom. Here although the metallic material was used for the electrode 15 it is good also considering conductive ceramics like titanium nitride as an electrode. Then the oxide film for electrode protection is deposited and the protective film 17 is formed.

[0066] Then the silicon substrate in which the high concentration boron layer used as the passage substrate 1 was formed is joined by anode joining on a glass substrate.



Each substrate is specifically washed using the substrate cleaning method learned for RCA washing and it is considered as the surface state which is easy to join by carrying out hydrophilization of the plane of composition. These substrates -- an orientation flat portion -- use -- or the alignment mark is prepared beforehand and each substrate is adjusted and it joins. The substrate which alignment completed is introduced into a vacuum chamber and it decompresses until it becomes a degree of vacuum below  $1 \times 10^{-3}$  mbar.

[0067] Then it is heated until it pressed down each substrate and became 350 °C in the state where alignment of each substrate does not shift. Between the silicon substrate and the borosilicate glass substrate the electric field of 300V was added and both boards were firmly stuck by anode joining. After holding for 15 minutes in this state, junction was ended by cooling over many hours slowly.

[0068] Next grinding and polish of the silicon substrate used as the passage substrate 1 were performed and the thickness of the silicon substrate was even about 100 micrometers thinly (it is low about fluid chamber height) by polish grinding CMP or other means. Then the silicon nitride film used as the etching barrier layer in a post process is formed in a thickness of about 100 nm by methods such as CVD.

[0069] Subsequently the pattern which becomes a silicon nitride film by the side of an electrode substrate with the ink feed opening 9 is formed to the electrode pattern of the electrode substrate 22 (since it is a glass substrate alignment is possible). And the shape of the desired ink feed opening 9 is processed to this pattern using a diamond drill etc.

[0070] Then the pattern of the portion corresponding to the fluid chamber 6, the common fluid chamber 8 and the electrode pad 15a is patterned after the silicon nitride film by the side of a silicon substrate by photo lithography. Furthermore this substrate is immersed into a high-concentration potassium hydroxide solution next and the passage substrate 1 which has desired fluid chamber 6, common fluid chamber 8, pad 15a, positive feeling corresponding point and diaphragm 10 by performing anisotropic etching of silicon is obtained.

[0071] Although the ink feed opening 9 by the side of the electrode substrate 22 which carried out the opening previously will be exposed to an etching reagent at this time since most glass substrates are not etched they do not change shape. And the high concentration boron layer which remains in the feed hopper 9 by methods such as dry etching is removed and the ink feed opening 9 is made to penetrate.

[0072] Next as drawing 5 explained an epoxy resin is applied to the wall surface of the ink feed opening 9 which carried out the opening and the resin layer 23 is formed. The 1 liquid hardening type epoxy adhesive of hypoviscosity was used for the epoxy resin. Used at this time. By this it can apply simple and room temperature setting also becomes possible.

[0073] The joining interface of the passage substrate 1 and the electrode substrate 22 is covered with this processing with an epoxy resin (resin layer 23) and the permeate

lump to the joining interface depended for ink to sink in can be prevented by it. It is lost by this that a joining interface is exposed to ink.

[0074] Although the diaphragm displacement direction and the direction of expulsion of an ink droplet applied this invention to the ink jet head of the side shooter method which becomes the same in each above-mentioned embodiment It is applicable also like the ink jet head of the edge shooter method which intersects perpendicularly with a diaphragm displacement direction and the direction of expulsion of an ink droplet. It is applicable to the droplet discharge head etc. which make not only an ink jet head but fluid resist etc. breathe out. Although the diaphragm and the fluid chamber board were formed from the same board a diaphragm and a fluid chamber board can be used as a different body and it can also join. It can apply to the thing using electric machine sensing elementssuch as a piezoelectric element as a driving means or the thing using a heating resistor further again.

[0075]

[Effect of the Invention] Since the channel which laminates the 1st substrate that provides a diaphragm and the 2nd substrate that establishes a driving means and penetrates these 1st substrate and 2nd substrate was provided according to the droplet discharge head concerning this invention as explained above While the fluid supply from a head rear face is attained it can distribute to both sides and the miniaturization of a head can be attained and low cost-ization can be attained.

[0076] Here a head with high process tolerance can be obtained by forming the 1st substrate and the 2nd substrate from a silicon substrate and joining these 1st substrate and 2nd substrate directly via an oxide film. The 1st substrate can be formed by a silicon substrate the 2nd substrate can be formed with a glass substrate and these 1st substrate and 2nd substrate can obtain the head of low cost by carrying out anode joining.

[0077] Inside [ it is a wall surface of a channel ] can prevent a permeate lump of the fluid to a joining interface to the joining interface of the 1st substrate and the 2nd substrate at least a metal membranethe film of a metaled nitridethe film of a metaled oxide or by [ these ] forming two or more cascade screenseven if small and reliability can be improved.

[0078] Or by [ of the wall surfaces of a channel ] forming a resin layer in the joining interface of the 1st substrate and the 2nd substrate at least a permeate lump of the fluid to a joining interface can be prevented and reliability can be improved.

[0079] Or by [ of the wall surfaces of a channel ] forming silicon oxide in the joining interface of the 1st substrate and the 2nd substrate at least a permeate lump of the fluid to a joining interface can be prevented and reliability can be improved. In this case change of the displacement characteristic of a diaphragm can be prevented by keeping the thickness of silicon oxide from exceeding 500 nm.

[0080] High degree of accuracy and a high-density and small head can be obtained by considering it as the electrostatic type head which each of these droplet discharge

heads have [ head ] a diaphragm which forms the wall surface of a regurgitation room and an electrode which counters this diaphragm carries out deformed displacement of the diaphragm by electrostatic force and makes a drop breathe out.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The decomposition strabism explanatory view of the ink jet head concerning a 1st embodiment of this invention

[Drawing 2] The section explanatory view of the diaphragm longitudinal direction of the head

[Drawing 3] The important section expanded sectional view of the direction of the diaphragm shorter side of the head

[Drawing 4] The section explanatory view of the diaphragm longitudinal direction of the ink jet head concerning a 2nd embodiment of this invention

[Drawing 5] The section explanatory view of the diaphragm longitudinal direction of the ink jet head concerning a 3rd embodiment of this invention

[Drawing 6] The section explanatory view of the diaphragm longitudinal direction of the ink jet head concerning a 4th embodiment of this invention

[Drawing 7] The section explanatory view of the diaphragm longitudinal direction of the ink jet head concerning a 5th embodiment of this invention

[Drawing 8] The explanatory view with which explanation of the manufacturing process of the ink jet head of a 1st embodiment is presented

[Drawing 9] The explanatory view with which explanation of the manufacturing process following drawing 8 is presented

[Drawing 10] The explanatory view with which explanation of the manufacturing process following drawing 9 is presented

[Drawing 11] The explanatory view with which explanation of the manufacturing process following drawing 10 is presented

[Description of Notations]

1 [ -- A nozzle6 / -- A regurgitation room7 / -- A flow-resistance part8 / -- A common fluid chamber9 / -- An ink feed opening10 / -- A diaphragm14 / -- A crevice21 / -- Silicon oxide23 / -- A resin layer25 / -- A titanium nitride film26 / -- Plating film. ] -- A passage substrate222 -- An electrode substrate3 -- A nozzle plate4

---